

Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°20, Décembre 2014, pp. 247-258

EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICOCHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX USEES BRUTES ET EPUREES DE LA VILLE D'OUARGLA. POSSIBILITE DE LEUR VALORISATION EN IRRIGATION

OUNOKI S.[1,2], ACHOUR S.[1]

[1]Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface, LARHYSS
Université de Biskra, BP 145 RP, 07000, Algérie
[2]Département de génie civil et d'hydraulique, faculté des sciences appliquées,
Université Kasdi Merbeh Ouargla, Algérie

ouan_sam@yahoo.fr , samia.achour@larhyss.net

RESUME

La région d'Ouargla a connu un grave problème d'excédent hydrique, causé d'une part par un milieu récepteur topographiquement plat et hydrogéologiquement endoréique et d'autre part par les rejets des eaux résiduaires et le rejet des eaux de drainage agricole qui ont augmenté le niveau piézométrique de la nappe phréatique. L'aménagement du réseau de drainage agricole et la réalisation des stations d'épuration (STEP de Said Otba, Sidi khouiled et N'goussa) ont contribué à rabattre la nappe de la vallée. La ville d'Ouargla dispose d'une station d'épuration par lagunage aéré depuis 2009 qui sert à réduire la pollution des eaux usées pour une éventuelle réutilisation en irrigation. L'objectif de cette étude consiste à suivre la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la step de Said Otba afin de détecter les anomalies qui peuvent exister au niveau de la step et pouvoir réutiliser ses eaux épurées en irrigation. Les résultats physicochimiques et bactériologiques obtenus ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la step présentent une pollution organique, azotée et bactériologique assez élevée. L'élimination des MES et les composés azotés semblent peu efficace en raison de la prolifération massive des algues dans les différents étages de traitement biologique, en particulier le bassin de finition. Les résultats d'analyse microbiologique confirment la présence de divers germes tels que les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridium sulfite-réducteurs en nombre très appréciable.

Mots clés : eaux usées, station d'épuration, qualité physicochimique, qualité microbiologique, prolifération des algues, réutilisation.

ABSTRACT

Ouargla area had a serious problem of excess water caused in part by a topographically flat receiving environment and hydrogeologically endoreic. In other hand, discharge of wastewater and agricultural drainage water increased the groundwater level. The development of the network of agricultural drainage and implementation of wastewater treatment plants (Treatment plant of Said Otba, Sidi Khouiled and N'gouss) contributed to stitch down the level of the of aquifers valley. Ouargla city has an aerated lagoon treatment plant since 2009 which serves to reduce the pollution of wastewater for possible reuse in irrigation. The objective of this study is to monitor the physicochemical and bacteriological quality of raw and treated wastewater of Said Otba treatment plant to detect anomalies that may exist at the treatment plant and to able to reuse its treated wastewater for irrigation. The physico-chemical and bacteriological results obtained revealed that the raw wastewater has a high enough organic nitrogen and bacteriological pollution. The solids and nitrogen compounds removal appear ineffective due to massive algal blooms in the various stages of biological treatment in particular the finishing basin. The results of microbiological analysis confirmed the presence of various germs such as total bacteria, total and faecal coliforms, faecal streptococci and sulphite-reducing clostridia in number greatly appreciated.

Keywords: Wastewater, Treatment plant, Physicochemical quality, Microbiological quality, Algae, Reuse.

INTRODUCTION

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions arides et semi-arides. En Algérie, les ressources en eau existantes sont menacées par une pollution causée par les rejets d'eaux urbaines et industrielles dans les milieux récepteurs. Ces rejets peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes, menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble (Degrémont, 2005; Von Sperling, 2007). Le traitement de ces rejets s'avère indispensable afin de lutter contre leurs effets nocifs. Différentes techniques de traitement sont utilisées quelles soient biologiques (lagunage naturel ou aéré, boues activées ou lits bactériens), physicochimiques (la coagulation-floculation, la précipitation ou l'oxydation) ou membranaires (l'osmose inverse, la nanofiltration ou l'électrodialyse) (Edeline, 1997; Degrémont, 2005). La région d'Ouargla a

connu un grave problème d'excédent hydrique, causé par les rejets des eaux résiduaires et le rejet des eaux de drainage agricole qui ont augmenté le niveau piézométrique de la nappe phréatique. L'aménagement du réseau de drainage agricole et la réalisation des stations d'épuration (step de Said Otba, Sidi khouiled et N'goussa) ont contribué à rabattre la nappe de la vallée (ONA, 2013). Les eaux usées urbaines de la ville d'Ouargla sont essentiellement d'origine domestique, elles sont traitées par la station d'épuration de Said Otba qui réduit les charges polluantes par lagunage aéré. Une fois traitées, ces eaux sont acheminées vers Sebkhet Sefioune (ONA, 2013).
L'objectif de cette étude consiste à évaluer la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la step de Said Otba (ville d'Ouargla) afin de détecter les anomalies qui peuvent exister au niveau de la step et pouvoir valoriser ses eaux épurées en irrigation.

PROCEDURE EXPERIMENTALE

Présentation de la step d'Ouargla

La station d'épuration de la ville d'Ouargla appelée step de Said Otba , a été mise en service en 2009. Elle a été conçue pour une capacité de 400000 EH et s'étend sur une superficie de 80 ha. Elle est basée sur un procédé biologique de type lagunage aéré et comporte les ouvrages suivants (ONA, 2009) :

- Un bassin de dégazage;
- Deux dégrilleurs automatiques;
- Un dessableur;
- Un ouvrage de répartition;
- Des bassins de lagunage aéré divisés en 3 étages (4 bassins dans le 1er étage dont 2 sont fonctionnels (A3 et A4), 2 bassins dans le 2ème étage dont un bassin est fonctionnel(B2), 2 bassins dans le 3ème étage dont un est fonctionnel (sortie de la step);
- Des lits de séchage des boues.




Figure 1 : Bassin de dégazage et dégrilleur.




Figure 2 : Dessableur-désuilleur et répartiteur




Figure 3 : Lagune d’aération et lits de séchage

Analyse physicochimique des eaux usées

L'analyse physicochimique consiste à la détermination des paramètres de pollution tels que le DCO, DBO_5, MES, NO_3^-, NO_2^- et l'O_2 dissous. Ces paramètres ont été suivis mensuellement (pendant 4 mois) entre les différents étages de lagunage aéré ainsi qu'entre l'entrée et la sortie de la step. Après avoir prélevé et conservé les échantillons selon les conditions requises pour les eaux usées, les analyses ont été effectués selon les protocoles préconisés (Rodier, 2005).

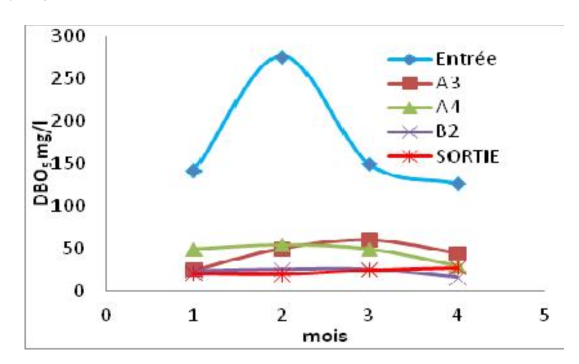
Analyse bactériologique

L'analyse bactériologique vise à la recherche et le dénombrement des germes suivants : germes totaux, coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux, Clostridium sulfito-réducteurs. Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes. L'identification et le dénombrement des germes pathogènes des eaux usées brutes et épurées ont été réalisés suivant la méthode liquide (Rodier, 2005).

RESULTATS ET DISCUSSION

Suivi de la qualité physicochimique

Le suivi mensuel des paramètres physicochimiques des eaux usées brutes et épurées traversant la station d'épuration de la ville d'Ouargla est présenté sur les figures de 4 à 7.



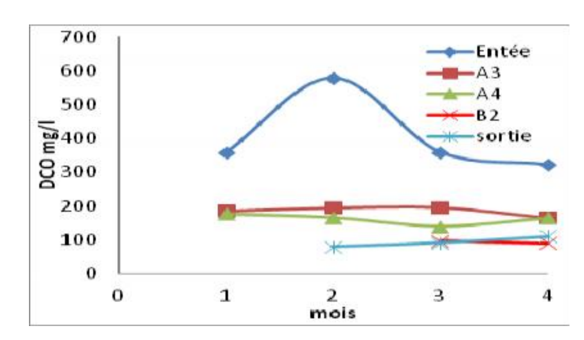


Figure 4 : Evolution mensuelle moyenne de la DBO_5 et de la DCO des eaux usées au cours de leur traitement

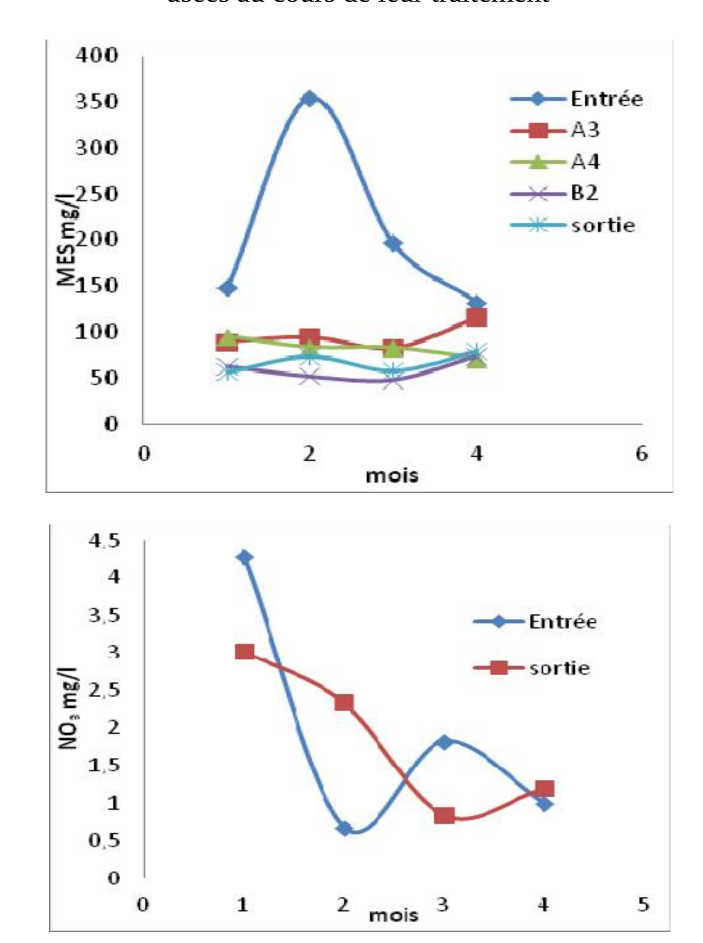


Figure 5 : Evolution mensuelle moyenne des MES et des NO_3^- des eaux usées au cours de leur traitement.

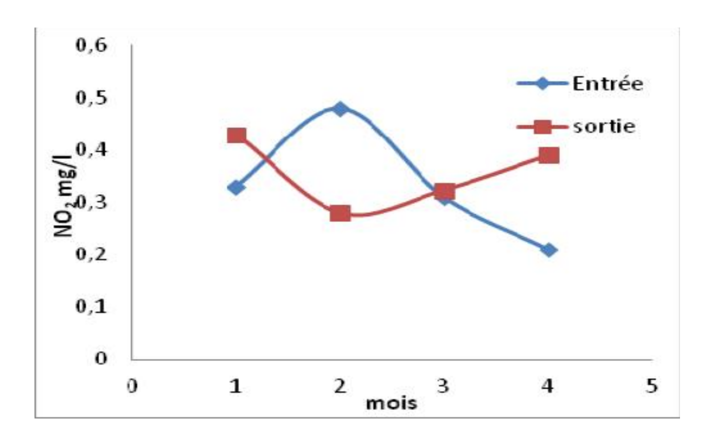


Figure 6 : Evolution mensuelle moyenne des NO_2^- des eaux usées au cours de leur traitement

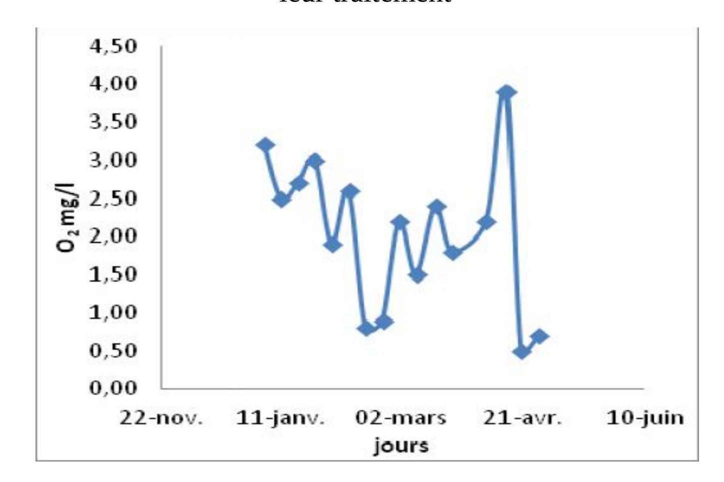


Figure 7 : Evolution journalière de l'O_2 dissous de l'eau usée brute

En examinant les figures de 4 à 7, nous remarquons que :

- La plus grande partie de la DBO_5 est éliminée dans le premier étage de lagunage aéré et la variation journalière à la sortie de la station n'est pas stable;
- Contrairement à la DBO_5, la variation mensuelle moyenne de la DCO à la sortie de la step semble plus stable et sa dégradation s'effectue graduellement d'un étage à un autre;
- L'élimination des MES n'est pas efficace en raison des teneurs en MES qui augmentent dans le bassin de finition;
- L'évolution mensuelle des nitrates et de nitrites des eaux usées entre l'entrée et la sortie de la step, montre que les teneurs en ces deux éléments augmentent à la sortie de la step et que leur variation est aléatoire;

- L'oxygène dissous des eaux usées brutes diminue en allant du mois de janvier au mois d'avril.

Les résultats obtenus peuvent s'expliquer par :

- La variation mensuelle de la DBO_5 et de la DCO des eaux usées brutes dépend de la dilution ou de la concentration de la pollution des eaux selon le débit rejeté qui est également influencé par les conditions climatologiques (la forte évaporation) ;
- L'accroissement des MES peut être expliqué par la présence du phénomène de la prolifération massive des algues dans les différents étages de traitement biologique, en particulier le bassin de finition. Les travaux de Foutia et Zergui (2013) ont pu identifier le type de phytoplancton existant au niveau de la STEP et qui se résument en deux groupes : les diatomées et les cyanobactéries. La prolifération des algues augmente durant la saison estivale. Le phytoplancton existant au niveau des bassins peuvent être macroscopiques (en masse) ou microscopiques en suspension. Les algues microscopiques peuvent être considérées comme des MES, leur croissance confirme l'augmentation des teneurs en MES. Il est à noter que le seul procédé préconisé pour l'élimination des MES est le bassin de finition, le fonctionnement de ce dernier est perturbé par la prolifération des algues.
- L'augmentation des teneurs en nitrates et nitrites à la sortie de la step, peut s'expliquer par la prolifération des algues au niveau du bassin de finition. Bien que la croissance des phytoplanctons nécessite des nutriments tels que l'azote et le phosphore, les résultats montrent l'augmentation des teneurs en nitrates, confirmant la présence d'une source de ces composés dans le milieu. Il semblerait qu'il existe un type d'algue qui peut fixer l'azote atmosphérique et acccroît par la suite les teneurs en composés azotés ;
- La diminution des teneurs en oxygène dissous indique la présence d'une activité bactérienne consommatrice de l'oxygène dissous et la diminution de la capacité d'autoépuration de ces eaux.

Suivi de la qualité bactériologique

Le suivi de la qualité bactériologique des eaux consiste en la recherche et au dénombrement des germes suivants : les germes totaux (GT), les coliformes totaux (CT) et fécaux (CF), les streptocoques fécaux (SF), Escherichia Coli (E-Coli) ainsi que les clostridium sulfito-réducteur (CSR) entre l'entrée et la sortie de la step. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Résultats d'analyses bactériologiques des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Ouargla.

Date de prélèvement	**Type d'eau usée**	**GT**	**CT**	**CF**	**E-coli**	**SF**	**CSR**
22/04/2014	Brute	3.10^{13}	150	11	10	40	Indénom--brable
29/04/2014	Traitée	2.10^{15}	93	30	27	75	2 spores
11/05/2014	Brute	Existe	150	150	135	62	53 spores
26/05/2014	Traitée	Existe	75	95	86	43	5 spores

D'après le tableau 1, nous remarquons que les eaux usées brutes sont chargées en germes pathogènes et que leur nombre a augmenté d'une façon significative entre le mois d'avril et le mois de mai. Il apparaît également que le traitement biologique utilisé dans la step n'est pas efficace pour l'abattement des germes pathogènes.

Les résultats obtenus peuvent s'expliquer d'une part par le fait que le traitement biologique utilisé dans la step favorise la croissance bactérienne pour dégrader la pollution carbonée ou azotée et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes. De plus, l'eau usée est considérée comme le milieu optimal pour la prolifération microbienne.

POSSIBLITE DE VALORISATION DES EAUX USEES EPUREES

L'eau usée traitée collectée à la sortie des stations d'épuration représente une eau renouvelable non conventionnelle, qui pourrait être une source attrayante et bon marché à employer en agriculture.

Afin de montrer l'aptitude des eaux épurées par la step de Said Otba à l'irrigation, nous avons comparé les valeurs maximales des résultats des paramètres physicochimiques de ces eaux (cas le plus défavorable durant la période d'analyse) avec les réglementations de l'OMS et de l'USEPA.

Comparaison avec les normes de l'OMS

La réglementation de l'OMS se base plus particulièrement sur la qualité

microbiologique de l'eau en raison du risque qu'elle provoque (OMS, 1989). Ces recommandations sont destinées à une utilisation internationale et sont donc adaptées aux pays en voie de développement. Elles représentent la limite au-delà de laquelle la santé publique n'est plus assurée (Belaid, 2010).

Tableau 2 : Paramètres biologiques des eaux épurées comparés aux normes de l'OMS (OMS, 1989)

Paramètres	Eau traitées	Normes l'OMS
Coliformes totaux	93 U /100ml	-
Coliformes fécaux	95 U /100ml	10^3/100ml
Streptocoques fécaux	75 U /100ml	-

En examinant le tableau 2, on peut constater que les valeurs des paramètres microbiologiques des eaux épurées par la step de la ville d'Ouargla restent inférieures aux normes de l'OMS. Selon ces normes, la qualité sanitaire de ces eaux serait alors acceptable dans le cas d'une réutilisation.

Comparaison avec les normes de l'USEPA

Les recommandations de l'USEPA sont basées sur un objectif de zéro pathogène dans les eaux réutilisées. Les normes microbiologiques sont donc beaucoup plus strictes (USEPA, 2004). Notons aussi que les deux recommandations (OMS et USEPA) s'opposent à plusieurs points de vue. Une des différences concerne le niveau de traitement recommandé. Il est dit dans le document de l'OMS qu'un traitement extrêmement efficace peut être atteint par des bassins de stabilisation, alors que l'USEPA n'évoque que des traitements de désinfection tertiaire type chloration, ozonation, etc. Les modes de contrôle varient aussi : alors que l'OMS préconise de contrôler le nombre de nématodes, l'USEPA recommande le comptage des coliformes totaux comme unique contrôle de la qualité microbiologique (Belaid, 2010).

Tableau 3 : Paramètres des eaux épurées comparés aux normes de l'USEPA (USEPA, 2004).

Paramètres	Eau traitée	Normes l'USEPA
pH	8,18	6-9
MES	80	< 30 mg/l
DBO_5	28	< 30 mg O_2/l
Coliformes fécaux	95 /100ml	< 200 /100 ml

D'après les résultats reportés dans le tableau 3, on remarque que les paramètres (pH, DBO_5 et les coliformes fécaux) des eaux usées épurées analysés sont conformes aux normes de l'USEPA. Cependant, les MES ont une valeur qui dépasse la norme. Afin de corriger ce paramètre, on peut procéder à une décantation statique avec un temps de séjour bien limité. Cette décantation peut contribuer à la réduction de la DBO_5 ainsi que les composés azotés et phosphorés.

En plus de ces paramètres chimiques et microbiologiques, pour qu'une eau usée traitée soit réutilisée en irrigation, elle doit répondre à d'autres indicateurs de qualités à savoir la conductivité électrique, l'alcalinité, le SAR (sodium adsorption ratio), aux ions spécifiques (Na, Cl, Br), les éléments traces et les métaux lourds (Cd, Cu, Mo, Ni, Zn, Hg, Pb).

Il est à noter que d'autres facteurs peuvent influer d'une façon directe ou indirecte sur l'efficacité et l'efficience de la réutilisation d'eau usée traitée tels que le type d'irrigation (irrigation à surface ou par aspersion), la nature du sol à irriguer ainsi que le type de culture à pratiquer (FAO, 2003).

CONCLUSION

L'objectif de cette étude a visé le suivi de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la step de Said Otba afin de détecter les anomalies qui peuvent exister au niveau de la step et pouvoir réutiliser ses eaux épurées en irrigation. Les résultats physicochimiques et bactériologiques obtenus ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la step présentent une pollution organique, azotée et bactériologique assez élevée. On peut également conclure que la step de Said permet une bonne élimination de la DCO, DBO_5. Par ailleurs, les teneurs en MES et en composés azotés, en particulier les nitrates et les nitrites, semblent augmenter à la sortie de la step. Cette augmentation est causée par la prolifération des algues. Les résultats d'analyse microbiologique confirment la présence des divers germes tels que les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridiums sulfite-réducteurs en nombres appréciables. Ceci peut s'expliquer d'une part par le traitement biologique utilisé dans la step et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes. La comparaison de la qualité physicochimique et microbiologique de ces eaux avec les normes de l'OMS et de l'USEPA a montré l'aptitude de ces eaux à l'irrigation sans impacts négatifs majeurs sur l'environnement à condition que les cultures pratiquées ne soient pas destinées à être consommées crues. Seules les MES ont été plus ou moins supérieures à la norme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BELAID N. (2010). Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques, Thèse de Doctorat en co-tutelle de l’université de Sfax et de Limoges.

DEGREMONT (2005). Mémento technique de l’eau, 10ème édition, Ed. Lavoisier, Paris.

DROSTE R.L. (1997). Theory and practice of water and wastewater treatment JohnWiley & Son Ed., New York.

EDELINE F (1997). L’épuration biologique des eaux : Théorie et technologie des réacteurs, Ed. Cebedoc, Lièges, Belgique.

FAO (2003). L'irrigation avec les eaux usées traitées. Manuel d'utilisation. Bureau Régional pour le Proche Orient et l'Afrique du Nord. Caire, Egypte, 6 p.

FOUTIA B., ZERGUI F. (2013). Effets des algues sur le fonctionnement des step. Cas de step de Said Otba Ouargla), Mémoire de Master en traitement et épuration des eaux, Université d’Ouargla, Algérie.

OMS (1989). L’utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture : recommandations à avisées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé. Série de rapports techniques, n° 778, OMS, Genève, Suisse.

ONA (2009). Rapport de l’office national de l’assainissement d’Ouargla, Algérie.

ONA (2013), Rapport de l’office national de l’assainissement d’Ouargla, Algérie.

RODIER J. (2005). Analyse de l’eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Edition Dunod, Paris, 1384p.

USEPA (2004). Guidelines for water use, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Center for Environmental Research Information, Cincinnati, Ohio, USA.

VON SPERLING M. (2007). Wastewater characteristics, treatment and disposal, IWA Ed., London.